

MALARIA HUTAN DI PROVINSI KALIMANTAN TENGAH DAN KALIMANTAN SELATAN, INDONESIA TAHUN 2013

Forest Malaria in Central Kalimantan and South Kalimantan Province, Indonesia in 2013

Sahat Ompusunggu¹

¹Pusat Teknologi Terapan Kesehatan dan Epidemiologi Klinik, Badan Penelitian dan Pengembangan
Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI
Email: sahatos@gmailcom

Diterima: 14 September 2014; Direvisi: 3 November 2014; Disetujui: 22 Juni 2015

ABSTRACT

Forests malaria is one of the epidemiological prototypes related to ecological conditions. Major changes in the forest environment cause changes in the pattern of malaria transmission and the transmission of primate malarias to humans has made forest malaria more highlighted recently. During 2013, a cases finding of malaria and passive case detection have been conducted. Case finding of malaria was done by survey to residents around the forest and the people who work in the forestry sector. Passive case detection conducted in some health facilities in Central Kalimantan and South Kalimantan, in order to determine the extent of the transmission of primate malaria, *Plasmodium knowlesi*, to humans. The results presented in this paper is about the parasite rate of microscopic examination results in all locations and risk factors of malaria transmission. Results shown that the Slide Positivity Rate (SPR) at the village level ranged from 0% to 12%, and most infections occurred at male and age of ≥ 15 years. In Central Kalimantan, the results indicated no significant difference of SPR between the miners and non-miner ($P < 0,0001$) with an OR of 7,25 (95% CI: 3,08 to 17,08). In South Kalimantan, there is a significant difference of SPR between loggers and non-loggers ($P < 0,0001$) with an OR of 5,4 (95% CI: 3,1 to 9,5). In conclusion, forest is one of the suitable environment for malaria transmission in Central Kalimantan and South Kalimantan with the highest transmission is among adults and males. In Central Kalimantan, forest miner is five times more at risk of malaria than non-miners. Whereas in South Kalimantan, logger is seven times more at risk of malaria than non-logger. It is recommended that the local government should intensify malaria case finding surveillance in both occupation.

Keywords: Forests malaria, *Plasmodium knowlesi*, SPR

ABSTRAK

Hutan adalah salah satu bentuk prototipe epidemiologi malaria yang berkaitan dengan kondisi ekologi. Terjadinya perubahan besar pada lingkungan hutan yang menyebabkan perubahan pola penularan malaria dan terjadinya penularan jenis malaria monyet ke manusia menyebabkan malaria hutan kembali menjadi fokus perhatian. Pada tahun 2013 dilaksanakan pencarian kasus malaria secara aktif (survei) pada penduduk di sekitar hutan dan penduduk yang bekerja di sektor kehutanan serta secara pasif di beberapa fasilitas kesehatan di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan untuk menentukan tingkat penularan salah satu jenis malaria monyet, *Plasmodium knowlesi*, ke manusia. Artikel ini terfokus pada angka infeksi hasil pemeriksaan mikroskopis dan faktor risiko. Hasil menunjukkan bahwa *Slide Positivity Rate* (SPR) di tingkat desa berkisar antara 0% hingga 12%. Mayoritas infeksi terjadi pada laki-laki dan umur ≥ 15 tahun. SPR pekerja penambang dan bukan penambang di Kalimantan Tengah berbeda nyata ($P < 0,0001$) dengan OR 7,25 (95% CI: 3,08-17,08). Demikian pula halnya di Kalimantan Selatan, ada perbedaan yang bermakna antara SPR pada penebang kayu dan bukan penebang kayu ($P < 0,0001$) dengan OR 5,4 (3,1-9,5). Disimpulkan bahwa hutan adalah salah satu lingkungan yang mendukung penularan malaria di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan, dengan penularan tertinggi terjadi pada orang dewasa dan laki-laki. Penambang di hutan Kalimantan Tengah berisiko 5 kali untuk terserang malaria dibandingkan dengan yang bukan penambang. Sedangkan di Kalimantan Selatan, penebang kayu di hutan berisiko terserang malaria 7 kali dibandingkan dengan yang bukan penebang kayu. Disarankan agar pemerintah meningkatkan surveilans pencarian kasus pada kedua kelompok pekerja tersebut.

Kata kunci : Malaria hutan, *Plasmodium knowlesi*, SPR

PENDAHULUAN

Kementerian Kesehatan menargetkan pada tahun 2020 malaria akan dieliminasi dari kawasan Pulau Sumatera, Provinsi Nusa Tenggara Barat, Pulau Kalimantan dan Sulawesi. Berdasarkan ekotipenya, malaria dikelompokkan dalam beberapa kelompok seperti pantai, persawahan, pegunungan, pedalaman, hutan dan sebagainya (Gilles, 1993). Meskipun strategi umum pengendalian malaria secara garis besar sama, namun dalam tindakan diperlukan penyesuaian dengan tipe ekotipenya.

Sekitar 700 juta penduduk di Asia Tenggara tinggal di wilayah hutan. Berdasarkan definisi *United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization* (UNESCO) tahun 1973, *Food and Agricultural Organization* (FAO) hutan didefinisikan sebagai tanah yang lebih dari 10 % dan wilayah yang lebih dari 0,5 hektar ditutupi oleh kanopi pohon, termasuk hutan alami dan hutan kebun, tetapi tidak termasuk pohon yang ditanam khusus untuk produksi pertanian (Guerra, *et al.*, 2006). Menurut UNESCO, definisi “ekotipe hutan” adalah tanah yang lebih dari 10 % dan wilayah yang lebih dari 0,5 hektar ditutupi oleh kanopi pohon, termasuk hutan alami dan perkebunan yang tinggi pohonnya minimum 5 meter, termasuk kebun kopi, karet, dan perkebunan buah-buahan pemecah angin dan bersabuk pelindung dengan lebar lebih dari 20 meter (Kar, *et al.*, 2014).

Hutan merupakan lingkungan yang bagus dalam penularan malaria karena hutan menyediakan kondisi selubung tumbuh-tumbuhan, suhu, curah hujan dan kelembaban yang kondusif bagi penyebaran dan kehidupan vektor malaria. Hutan sering tanpa infrastruktur dan didiami oleh rumpun penduduk dengan ciri genetik yang jelas, kepercayaan sosio-budaya dan perilaku yang sangat mempengaruhi dinamika penularan malaria” (Kar, *et al.*, 2014). Hutan menjadi salah satu faktor risiko dalam penularan malaria karena adanya pergerakan penduduk ke dan dari hutan, dan hal itu berkaitan dengan sosio-ekonomi dan sosio-budaya (Bharati and Ganguly, 2013). Kalimantan yang terbagi atas tiga negara: Brunai Darussalam, Malaysia dan Indonesia,

sebagian besar ekotipenya berupa hutan. Dalam makalah ini selanjutnya malaria yang berekotipe hutan disebut sebagai “malaria hutan”, meskipun istilah ini jarang digunakan oleh para malariologiwan. Berdasarkan definisi “ekotipe hutan” dari UNESCO tersebut, Kalimantan yang merupakan pulau terbesar ketiga di dunia dan mengalami deboisasi sejak tahun 1960 dan lebih intensif sejak tahun 1980-an (Butler, 2015) dapat dikatakan sebagian besar berekotipe hutan. Penggundulan hutan atau deboisasi (*deforestation*) telah dibuktikan di Afrika dan Amerika dapat meningkatkan risiko penularan malaria, namun sebaliknya di Asia Tenggara dapat mengurangi risiko (Guerra, *et al.*, 2006). Tanpa memperdebatkan pendapat yang antagonis tersebut, malaria di Kalimantan Indonesia (selanjutnya disebut Kalimantan) sebagian besar adalah malaria hutan yang membutuhkan pendekatan penanganan tersendiri.

Masalah malaria di Kalimantan menjadi semakin kompleks sehubungan dengan dilaporkannya beberapa kasus malaria *Plasmodium knowlesi* di Kalimantan Selatan pada tahun 2010-2012 yang seluruhnya terjadi di hutan atau sekitar hutan Figtree *et al.*, 2020; Sulistyaningsih *et al.* 2010; dan Tuti, 2013) dan sumber penularannya belum diketahui. Di Malaysia dan Thailand telah diketahui bahwa sumber penularan malaria *P. knowlesi* adalah kera *Macaca fascicularis* dan *M. nemestrina* (Antinori, 2012). Dalam rangka penelitian malaria *P. knowlesi* di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan, telah dilakukan survei malaria di dua provinsi tersebut pada tahun 2013. Makalah ini khusus melaporkan besarnya angka infeksi pada manusia di kawasan hutan di kedua provinsi.

BAHAN DAN CARA

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dengan desain survei potong lintang. Penelitian dilakukan di beberapa kabupaten di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Kalimantan Selatan dipilih karena adanya laporan penemuan kasus malaria *P. knowlesi* dan Kalimantan Tengah dipilih karena ekotipenya menyerupai Kalimantan Selatan. Pemilihan

kabupaten didasarkan atas endemisitas malaria dalam beberapa tahun terakhir, lokasi penemuan kasus malaria *P. knowlesi* sebelumnya, jarak dengan hutan dan pertambangan. Di Kalimantan Tengah dipilih Kabupaten Kotawaringin Barat dan Gunung Mas dan di Kalimantan Selatan dipilih Kabupaten Tanah Laut, Banjar, dan Tanah Bumbu. Di tiap kabupaten dipilih beberapa wilayah puskesmas dengan kriteria yang sama. Penelitian dilakukan selama tahun 2013.

Sampel adalah penduduk yang tinggal di sekitar hutan. Penemuan kasus malaria dilakukan dengan dua cara, yaitu dengan survei (*Mass Blood Survey*/MBS dan secara pasif (*Passive Case Detection*/PCD). MBS dilakukan oleh tim pusat dengan bantuan tenaga kesehatan setempat di desa-desa yang seluruhnya terletak di sekitar hutan, dan merupakan desa-desa yang tinggi endemisitas malariannya dalam beberapa bulan terakhir. Sasaran survei adalah kelompok penduduk yang bekerja di sektor-sektor yang berhubungan dengan industri perhutanan seperti penebang kayu, penambang tradisional batubara dan emas, karyawan perkebunan dan penduduk yang tinggal dan bertani di sekitar hutan. Sasaran survei ini adalah semua umur, baik yang menunjukkan gejala klinis malaria maupun yang tidak.

PCD dilakukan di puskesmas yang terletak di sekitar hutan dan di rumah sakit kabupaten sentinel. Penemuan kasus malaria di puskesmas dan rumah sakit kabupaten sentinel dilakukan oleh tenaga kesehatan setempat. Agar cara pemeriksaan mikroskopis pada MBS dan PCD seragam, lebih dulu dilakukan standarisasi cara pemeriksaan mikroskopis di semua puskesmas dan rumah sakit yang terlibat dalam penelitian ini.

Cara pemeriksaan mikroskopis

Dalam pemeriksaan secara mikroskopis, darah diambil dari ujung jari manis (untuk anak-anak dan dewasa) atau jempol kaki atau tumit kaki (untuk bayi). Ujung jari atau jempol/tumit dicuci lebih dahulu dengan kapas beralkohol 70 % lalu dibiarkan kering. Setelah kering, ujung jari ditusuk dengan lanset lalu tetesan darah yang pertama keluar

dibersihkan dengan kapas kering. Selanjutnya tetesan darah berikutnya sebanyak tiga hingga empat tetes ditampung pada satu kaca benda bersih dan kering yang sudah diberi etiket pasien, dengan jarak tetesan saling berdekatan, dan satu tetes lain agak jauh di sebelahnya. Dari satu tetes darah yang letaknya agak jauh dibuat sediaan apus darah tipis dan dari tiga hingga empat tetesan darah lainnya yang berdekatan dibuat sediaan apus darah tebal dengan diameter sekitar 1,5 cm. Sediaan apus darah dibiarkan kering di udara terbuka, lalu sediaan apus darah tipis difiksasi dengan metanol absolut dan dibiarkan kering. Selanjutnya kedua sediaan diwarnai dengan 5 % Giemsa selama 45-60 menit. Setelah kering, sediaan apus darah ditetesi dengan minyak imersi dan diperiksa di bawah mikroskop untuk menemukan parasit malaria. Pemeriksaan di bawah mikroskop dilakukan oleh tenaga mikroskopis yang sudah berpengalaman di laboratorium Pusat Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI, Jakarta. Sediaan apus darah hasil PCD yang diperoleh dari puskesmas dan rumah sakit diperiksa ulang oleh tenaga mikroskopis yang sama.

Di samping pemeriksaan darah, kepada subjek juga ditanyakan karakteristik, termasuk pekerjaan. Selain itu juga dilakukan observasi terhadap kondisi hutan dan bila memungkinkan observasi terhadap pekerjaan subjek di hutan.

Data dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui distribusi kasus dan bukan kasus menurut lokasi dan karakteristik. Untuk mengetahui ada tidaknya hubungan antara pekerjaan dengan malaria, data dianalisis secara bivariat dengan uji χ^2 .

Penelitian ini telah memperoleh persetujuan dari Komisi Etik Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI (Nomor persetujuan: No: LB.02.01/5.2/KE.306/2013 tanggal 10 Juli 2013). Penelitian ini dibiayai dari DIPA Pusat Teknologi Terapan Kesehatan dan Epidemiologi Klinik, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI Tahun 2013.

HASIL

Slide Positivity Rate menurut lokasi hasil MBS

Hasil MBS menunjukkan bahwa besarnya Slide Positivity Rate (SPR) agak beragam menurut desa. Secara keseluruhan besarnya SPR di Kalimantan Tengah adalah 1,4 % (24/1.699), dimana menurut kabupaten adalah 0,1 % (1/903) di Kotawaringin Barat dan 2,9 % (23/796) di Gunung Mas (Tabel 1). Desa dengan SPR tertinggi adalah Desa Penda Rangas

(Puskesmas Tumbang Miri) sebesar 12,5 % (15/120). Terdapat beberapa desa di Puskesmas Arut Utara yang SPR-nya 0 %. Di antara 24 kasus positif malaria di Kalimantan Tengah, proporsi spesies parasit malaria didominasi oleh *P. falciparum* yaitu sebanyak 79,2 % (semuanya 19 kasus, termasuk 1 kasus infeksi campuran dengan *P. vivax*) dan sisanya adalah infeksi tunggal oleh *P. vivax* (5 kasus atau 20,8 %). Adapun *P. malariae* dan *P. ovale* tidak ditemukan di provinsi itu.

Tabel 1. Jumlah yang diperiksa dan positif malaria hasil Mass Blood Survey, Kalimantan Tengah, 2013

| Lokasi | Yang positif/ yang diperiksa | SPR (%) | Jumlah menurut spesies | | | |
|---------------------------------------|---------------------------------|------------|------------------------|----|----|-------|
| | | | Pf | Pv | Pm | Pf+Pv |
| A Kabupaten Kotawaringin Barat | | | | | | |
| 1 Puskesmas Arut Utara | | | | | | |
| a. Desa Penyombaan | 1/113 | 0,9 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| b. Tumbang Tamiang | 0/53 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c. Desa Sambi | 0/255 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d. Desa Gandis | 0/197 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| e. Kelurahan Pangkut | 0/215 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| f. Ds Terminal: Tumbang Sungai Seribu | 0/70 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah Kabupaten Kotawaringin Barat | 1/903 | 0,1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| B. Kabupaten Gunung Mas | | | | | | |
| 1 Puskesmas Tumbang Miri | | | | | | |
| a. Desa Batu Tangkoi: PT KAP | 1/76 | 1,3 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| b. Desa Batu Tangkoi | 0/27 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c. Desa Tumbang Sian | 4/103 | 3,9 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| d. Desa Penda Rangas | 15/120 | 12,5 | 13 | 2 | 0 | 0 |
| 2 Puskesmas Tewah | | | | | | |
| a. Desa Sumur Mas | 0/59 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b. Desa Gudang Setengah | 0/9 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b. Desa Teluk Lawah | 1/139 | 0,7 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| c. Desa Tumbang Pajangei | 0/55 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| d. Desa Sarerangan | 1/73 | 1,4 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 3 Puskesmas Tewang Pajangan | | | | | | |
| a. Desa Pilang Munduk | 1/77 | 1,3 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| b. Desa Hurung Bunut | 0/58 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah Kabupaten Gunung Mas | 23/796 | 2,9 | 18 | 4 | 0 | 1 |
| Jumlah Kalimantan Tengah | 24/1.699 | 1,4 | 18 | 5 | 0 | 1 |

SPR = Slide Positivity Rate; Pf = Plasmodium falciparum; Pv = P. vivax; Pm = P. malariae; Pf+Pv = campuran Pf dan Pv.

Di Kalimantan Selatan, SPR-nya sedikit lebih tinggi, yaitu seluruhnya 3 % (59/1.985), menurut kabupaten adalah 3,2 % (42/1.297) di Tanah Laut; 1,2 % (5/414) di Banjar dan 4,4 % (12/274) di Tanah Bumbu. Di Kalimantan Selatan, perbandingan

proporsi spesiesnya sedikit berbeda, dimana proporsi *P. falciparum* dan *P. vivax* hampir sama, masing-masing sebesar 47,5% *P. falciparum* (semuanya 28 kasus, termasuk 1 kasus infeksi campuran dengan *P. vivax*) dan 45,8% *P. vivax* (27 kasus). Tidak seperti

di Kalimantan Tengah, di Kalimantan Selatan ditemukan adanya *P. malariae* (1 kasus atau 1,7 %). Infeksi oleh *P. ovale* tidak ditemukan di Kalimantan Selatan.

Tabel 2. Jumlah yang diperiksa dan positif malaria hasil *Mass Blood Survey*, Kalimantan Selatan, 2013

| Lokasi | Yang positif/ yang diperiksa | SPR (%) | Jumlah menurut spesies | | | |
|--|---------------------------------|------------|------------------------|-----------|-----------|--------------|
| | | | <i>Pf</i> | <i>Pv</i> | <i>Pm</i> | <i>Pf+Pv</i> |
| A Kabupaten Tanah Laut | | | | | | |
| 1 Puskesmas Kintap | | | | | | |
| a, Desa Salaman | 11/639 | 1,7 | 8 | 2 | 0 | 1 |
| b, Desa Riam Adungan | 9/279 | 3,2 | 2 | 6 | 1 | 0 |
| 2 Pusk Tanjung Habulu: Ds Tjg Habulu | 2/96 | 2,1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 3 Pusk Tirtajaya: Desa Pemalongan | 20/186 | 10,8 | 11 | 8 | 1 | 0 |
| 4 Puskesmas Tajau Pecah | | | | | | |
| a, Desa Damit Hulu: PT GMK | 0/41 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b, Desa Damar Lima | 0/3 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 Pusk Jorong: PT Borneo Alam Semesta | 0/53 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah Kabupaten Tanah Laut | 42/1297 | 3,2 | 22 | 17 | 2 | 1 |
| B Kabupaten Banjar: Puskesmas Aranio | | | | | | |
| a, Desa Tiwingan Baru | 0/111 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b, Desa Kala'an | 4/113 | 3,5 | 0 | 2 | 2 | 0 |
| c, Desa Pa'au | 1/127 | 0,8 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| d, Desa Balangian | 0/63 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah Kabupaten Banjar: Pusk Aranio | 5/414 | 1,2 | 1 | 2 | 2 | 0 |
| C Kabupaten Tanah Bumbu | | | | | | |
| 1 Puskesmas Simpang Empat | | | | | | |
| a, Desa Sari Gadung | 0/44 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| b, Ds Batu Ampar dan BC Sei Bantai | 0/31 | 0,0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| c, Desa Mekarsari | 4/44 | 9,1 | 0 | 4 | 0 | 0 |
| 2 Puskesmas Mantewe | | | | | | |
| a, Desa Mentawakan Mulia | 1/35 | 2,9 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| b, Desa Gunung Raya | 3/69 | 4,3 | 0 | 3 | 0 | 0 |
| 3 Pusk Teluk Kepayang: Ds Batu Belanai | 4/51 | 7,8 | 3 | 1 | 0 | 0 |
| Jumlah Kabupaten Tanah Bumbu | 12/274 | 4,4 | 4 | 8 | 0 | 0 |
| Jumlah Kalimantan Selatan | 59/1.985 | 3,0 | 27 | 27 | 4 | 1 |

SPR = *Slide Positivity Rate*; *Pf* = *Plasmodium falciparum*; *Pv* = *P. vivax*; *Pm* = *P. malariae*; *Pf+Pv* = campuran *Pf* dan *Pv*.

Karakteristik Kasus Malaria hasil MBS

Di antara 24 kasus positif malaria secara mikroskopis hasil MBS/MFS di Kalimantan Tengah, mayoritas (13 kasus) berumur ≥ 15 tahun dan sisanya berumur 10-14 tahun (7 kasus) dan 5-9 tahun (4 kasus) sedangkan yang berumur < 5 tahun tidak ada yang positif (Tabel 3). Menurut jenis kelamin, jumlah laki-laki sama dengan perempuan (masing-masing 12 kasus).

Karakteristik kasus di Kalimantan Selatan jauh berbeda, dimana di antara 59 kasus, kebanyakan adalah berumur ≥ 15 tahun (54 kasus) dan sisanya adalah berumur 10-14 tahun (2 kasus) dan berumur 5-9 tahun (3 kasus) dan tidak ada yang berumur < 5 tahun). Di provinsi itu jumlah kasus laki-laki (48 kasus) sangat mendominasi, lebih dari empat kali kasus pada perempuan (11 kasus).

Tabel 3. Perbandingan spesies *Plasmodium* menurut karakteristik hasil *Mass Blood Survey*, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan, 2013

| Karakteristik | <i>Pf</i> | <i>Pv</i> | <i>Pm</i> | <i>Pf+Pv</i> | <i>Pv+Pm</i> | Jumlah |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|--------------|--------|
| Kalimantan Tengah | | | | | | |
| Umur (tahun) | | | | | | |
| < 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5-9 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| 10-14 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| ≥ 15 | 8 | 4 | 0 | 1 | 0 | 13 |
| Jumlah | 18 | 5 | 0 | 1 | 0 | 24 |
| Jenis kelamin | | | | | | |
| Laki-laki | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| Perempuan | 8 | 3 | 0 | 1 | 0 | 12 |
| Jumlah | 18 | 5 | 0 | 1 | 0 | 24 |
| Kalimantan Selatan | | | | | | |
| Umur (tahun) | | | | | | |
| < 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1-4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5-9 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3 |
| 10-14 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 2 |
| ≥ 15 | 25 | 22 | 3 | 3 | 1 | 54 |
| Jumlah | 27 | 25 | 3 | 3 | 1 | 59 |
| Jenis kelamin | | | | | | |
| Laki-laki | 23 | 18 | 3 | 3 | 1 | 48 |
| Perempuan | 4 | 7 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| Jumlah | 27 | 25 | 3 | 3 | 1 | 59 |

Pf = *Plasmodium falciparum*; *Pv* = *P. vivax*; *Pm* = *P. malariae*; *Pf+Pv* = campuran *Pf* dan *Pv*; *Pv+Pm* = campuran *Pv* dan *Pm*.

Kasus malaria hasil PCD

Selama penelitian ini juga diperoleh sediaan darah malaria dari kasus-kasus positif malaria secara mikroskopis hasil *Passive Case Detection* (PCD) di unit-unit pelayanan kesehatan, termasuk dari dinas kesehatan kabupaten. Seperti disajikan pada Tabel 4, di Kalimantan Tengah diperoleh sebanyak 47 sediaan darah dari dua puskesmas dan dua rumah sakit. Proporsi spesies kasus positif malaria di provinsi itu didominasi oleh *P. falciparum* yaitu 78,3 % (36 kasus, termasuk 3 kasus infeksi campuran dengan *P. vivax* dan 1 kasus

infeksi campuran dengan *P. vivax* dan *P. malariae*). Di Kalimantan Selatan diperoleh jumlah sediaan darah yang jauh lebih banyak (200 sediaan) dan proporsi spesiesnya berbeda, dimana spesies yang mendominasi adalah *P. vivax* yaitu 62,5 persen (125 kasus) dan sisanya adalah *P. falciparum* sebanyak 37 persen (74 kasus, termasuk 9 kasus infeksi campuran dengan *P. vivax* dan 1 kasus infeksi campuran dengan *P. malariae*) dan 0,5 persen (1 kasus) infeksi murni oleh *P. malariae*. Hasil PCD di kedua provinsi itu juga tidak ditemukan *P. ovale*.

Tabel 4. Jumlah yang positif malaria menurut lokasi hasil *Passive Case Detèction*, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan, Juni - Desember 2013

| Lokasi/Unit Pelayanan Kesehatan | Yang Positif | Jumlah menurut spesies | | | | | |
|------------------------------------|-----------------|------------------------|---------------|------------|--------------|--------------|-----------------|
| | | <i>Pf</i> | <i>Pv</i> | <i>Pm</i> | <i>Pf+Pv</i> | <i>Pf+Pm</i> | <i>Pf+Pv+Pm</i> |
| Kalimantan Tengah | | | | | | | |
| A Kab Kotawaringin Barat | | | | | | | |
| 1. RSUD Pangkalan Bun | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B Kabupaten Gunung Mas | | | | | | | |
| 1. Puskesmas Tewah | 29 | 22 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2. Pusk Tumbang Miri | 11 | 7 | 2 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 3. RSUD Kuala Kurun | 6 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Jumlah | 47 | 32 (68,1)* | 11 (23,4) | 0 (0) | 3 (6,4) | 0 (0) | 1 (2,1) |
| Kalimantan Selatan | | | | | | | |
| A Kabupaten Tanah Laut | | | | | | | |
| 1. Pusk Tanjung Habulu | 13 | 3 | 9 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 2. Puskesmas Kintap | 5 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3. RSUD Pelaihari | 17 | 11 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4. Dinkeskab Tanah Laut | 157 | 43 | 106 | 0 | 8 | 0 | 0 |
| B Kabupaten Banjar | | | | | | | |
| 1. Puskesmas Aranio | 5 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 2. RSUD Martapura | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Jumlah | 200 | 64 (32)* | 125 (62,5) | 1 (0,5) | 9 (4,5) | 1 (0,5) | 0 (0) |

Pf = *Plasmodium falciparum*; *Pv* = *P. vivax*; *Pm* = *P. malariae*; *Pf+Pv* = campuran *Pf* dan *Pv*; *Pv+Pm* = campuran *Pv* dan *Pm*.

Malaria menurut pekerjaan

Pada Tabel 5 ditunjukkan bahwa menurut pekerjaan di Kalimantan Tengah, besarnya SPR (*Slide Positivity Rate*) pada penambang adalah 4,2 % (16/378) atau lebih besar daripada bukan penambang (0,61 % atau 8/1.321). Analisis dengan uji χ^2 menunjukkan bahwa SPR pada kedua jenis pekerjaan berbeda bermakna ($P < 0,0001$) dengan OR 7,25 (95 % CI: 3,08-17,08). Namun di Kalimantan Selatan, meskipun SPR pada penambang (4,38 % atau 12/274)

kelihatannya lebih besar daripada bukan penambang (2,75 % atau 47/1.711) ternyata secara statistik kedua SPR itu tidak berbeda bermakna ($p > 0,05$). Pekerjaan yang berhubungan dengan malaria di provinsi itu adalah penebang kayu, dimana SPR pada penebang kayu (10,75 % atau 20/186) lebih besar daripada bukan penebang kayu (2,3 % atau 39/1.799) dan dengan uji χ^2 kedua SPR tersebut berbeda bermakna ($P < 0,0001$) dengan OR 5,4 (95 % CI: 3,1-9,5).

Tabel 5. Hubungan pekerjaan dengan positif malaria hasil *Mass Blood Survey*, Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan, 2013

| Provinsi dan pekerjaan | Positif/ diperiksa | Spesies | | | | SPR (%) | OR (CI 95 %) positif malaria | P |
|------------------------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|--------------|------------|---------------------------------|----------|
| | | <i>Pf</i> | <i>Pv</i> | <i>Pm</i> | <i>Pf+Pv</i> | | | |
| Kalimantan Tengah | | | | | | | | |
| Penambang | 16/378 | 13 | 3 | 0 | 0 | 4,23 | 7,25 | < 0,0001 |
| Bukan penambang | 8/1321 | 5 | 2 | 0 | 1 | 0,61 | (3,08-17,08) | |
| Jumlah | 24/1699 | 18 | 5 | 0 | 1 | 1,41 | - | - |
| Kalimantan Selatan | | | | | | | | |
| Penambang | 12/274 | 4 | 8 | 0 | 0 | 4,38 | 1,63 | 0,2 |
| Bukan penambang | 47/1711 | 23 | 19 | 4 | 1 | 2,75 | (0,85-3,1) | |
| Jumlah | 59/1985 | 27 | 27 | 4 | 1 | 2,97 | - | - |
| Penebang kayu | 20/186 | 11 | 8 | 1 | 0 | 10,75 | 5,4 | < 0,0001 |
| Bukan penebang kayu | 39/1799 | 16 | 19 | 3 | 1 | 2,30 | (3,1-9,5) | |
| Jumlah | 59/1985 | 27 | 27 | 4 | 1 | 2,97 | - | - |

SPR = *Slide Positivity Rate*; *Pf* = *Plasmodium falciparum*; *Pv* = *P. vivax*; *Pm* = *P. malariae*; *Pf+Pv* = campuran *Pf* dan *Pv*.

PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, survei (MBS/MFS) dilakukan di desa-desa yang seluruhnya berlokasi di kaki Pegunungan Meratus. Pegunungan ini memanjang di pedalaman Kalimantan, termasuk di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan. Lereng dan puncak pegunungan ini umumnya masih berupa hutan tropis primer. Di pinggiran lereng pegunungan, yang berdekatan dengan hunian penduduk, terdapat hutan sekunder, yaitu hutan yang sudah dibuka, baik oleh penduduk maupun oleh perusahaan perkebunan atau perusahaan perkayuan. Umumnya hutan primer yang dibuka oleh penduduk lokal ditanami dengan karet atau tanaman berumur pendek yang kurang terurus sehingga lama kelamaan menjadi hutan kembali atau menjadi hutan sekunder. Bila yang mengusahakan adalah perusahaan perkebunan, umumnya hanya dua jenis tanaman yang ditanam, yaitu perkebunan karet dan perkebunan kelapa sawit. Di lokasi tertentu, masih terlihat bekas-bekas perusahaan batu bara yang sudah ditinggalkan atau ditutup karena tidak produktif lagi. Umumnya bekas pertambangan tersebut diusahakan kembali oleh penduduk secara ilegal dan dikelola secara tradisional atau dengan peralatan tambang sederhana. Desa-desa yang disurvei seluruhnya berada di pinggir hutan, baik

hutan sekunder maupun hutan tropis primer. Menurut data sekunder yang diperoleh dari dinas-dinas kesehatan kabupaten maupun Puskesmas, desa-desa tersebut merupakan desa-desa dengan kasus malaria terbanyak pada bulan-bulan terakhir.

Di antara dua kabupaten yang disurvei di Provinsi Kalimantan Tengah, SPR di Kabupaten Kotawaringin Barat 0,1 %) lebih rendah daripada di Kabupaten Gunung Mas (2,9 %). Hal itu dapat dijelaskan sehubungan dengan adanya rencana Pemerintah Daerah Kabupaten Kotawaringin Barat yang mempercepat pencapaian eliminasi malaria di kabupaten itu dari tahun 2020 menjadi tahun 2018. Sebab itu semua potensi yang dimiliki kabupaten itu diusahakan untuk mencapai target tersebut, baik melalui pembagian kelambu berinsektisida, penemuan dan pengobatan kasus malaria sedini mungkin maupun dengan cara lainnya. Berbeda dengan target pencapaian eliminasi malaria di Gunung Mas yang tidak berubah, tindakan pengendalian malaria di kabupaten itu tidak seintensif seperti di Kotawaringin Barat.

Desa yang tertinggi SPR-nya di kabupaten itu adalah Penda Rangas (12,5 %). Di desa tersebut sasaran penduduk yang diperiksa adalah penambang, terutama penambang batubara. Dari hasil analisis yang

ditunjukkan pada Tabel 5 ditunjukkan bahwa pekerjaan penambang merupakan faktor risiko terjadinya malaria dengan OR 7,25 atau pekerjaan penambang berisiko tujuh kali dibandingkan dengan pekerjaan bukan penambang. Di Peru juga dilaporkan bahwa penambang emas mempunyai risiko terserang malaria tiga kali dibandingkan dengan penduduk perkotaan (Olson, 2010). Di Kalimantan Tengah banyak ditemukan pertambangan batubara tradisional, yang merupakan bekas pertambangan resmi (legal) yang sebelumnya dikelola secara profesional. Setelah ditinggalkan (ditutup) karena tidak produktif lagi, bekas pertambangan itu diusahakan kembali oleh penambang-penambang ilegal dan dikelola secara tradisional dengan menggunakan alat tambang sederhana. Lokasi pertambangan umumnya di kaki bukit. Para penambang tradisional itu kebanyakan berasal dari berbagai daerah di Indonesia dan tinggal di barak-barak seadanya yang disewa dari penduduk setempat. Para penambang itu tidak memiliki jaminan kesehatan dari "majikan". Pengertian "majikan" dalam hal ini adalah pihak yang membeli batu bara hasil galian para penambang. Hubungan antara "majikan" dengan penambang sangat longgar tanpa adanya suatu ikatan perjanjian khusus dan hubungan tersebut bisa putus sewaktu-waktu. Sebenarnya transportasi di wilayah itu tidak begitu sulit untuk mencapai puskesmas, namun karena kebanyakan para penambang tersebut adalah pendatang yang tidak memiliki Kartu Tanda Penduduk (KTP) setempat, maka pada umumnya para penambang itu kurang mendapat perhatian dari pemerintah daerah setempat. Bila sakit, umumnya mereka hanya mengusahakan pengobatan sendiri dengan cara membeli obat-obatan simptomatis di warung-warung di sekitarnya.

Di Ghana ditunjukkan bahwa, malaria merupakan penyakit menular utama yang menyerang pada keluarga penambang (Agyemang, 2010). Keadaan penambang di negara itu hampir sama dengan yang ditemukan di Kalimantan Tengah, di mana penambang melakukan kegiatan di bawah tanah yang menyebabkan terjadinya genangan air yang stagnan, terutama di musim hujan, yang sangat cocok sebagai tempat perindukan vektor. Malaria juga

merupakan penyakit utama pada komunitas penambang di India yang proporsinya mencapai 49,7 % (Chauhan, 2010).

Di Kalimantan Selatan, salah satu kabupaten yang disurvei adalah Tanah Laut. Di kabupaten tersebut, desa yang paling tinggi SPR-nya adalah Desa Pemalongan (Puskesmas Tirtajaya) yaitu sebesar 10,8 persen dan hal itu berhubungan dengan pekerjaan penduduk sebagai penebang kayu, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5. Berbeda dengan keadaan di Kalimantan Tengah, dimana pekerjaan menambang merupakan faktor risiko, faktor risiko di Kalimantan Selatan bukan pekerjaan menambang, melainkan pekerjaan menebang kayu, dengan OR sebesar 5,4; itu berarti bahwa bekerja di hutan sebagai penebang kayu berisiko lima kali tertular malaria dibandingkan dengan yang bukan penebang kayu. Hampir semua yang diperiksa di desa itu adalah penebang kayu tradisional yang merupakan campuran antara pendatang dan penduduk setempat. Hutan tempat penebangan kayu di desa itu adalah hutan tropis primer. Hutan tropis primer tersebut ditumbuhi oleh pohon-pohon besar yang daunnya rindang, saling berhimpitan atau menutup sehingga sinar matahari tidak terlihat dari tanah meskipun pada siang hari. Para penebang kayu tinggal di pondok di sekitar tempat penebangan. Tiap pondok dihuni oleh 3-4 orang dan lokasi pondok-pondok tersebar di beberapa tempat sehingga untuk mencapai seluruh pondok memerlukan waktu beberapa jam perjalanan. Dengan berbagai alasan, para penebang itu sering bermalam di dalam pondok. Kondisi pondok penginapan sangat sederhana dengan dinding kayu seadanya atau banyak celah dengan pintu dari kain terpal atau bahan lain. Dalam kondisi seperti itu tentu saja para penebang kayu berisiko tinggi untuk digigit nyamuk dan diperbesar lagi oleh kenyataan bahwa para penebang tidur pada malam hari tanpa kelambu. Di pondok tertentu dijumpai beberapa orang dengan gejala malaria dan setelah pemeriksaan secara mikroskopis, ternyata positif parasit malaria.

Dua kabupaten lain yang disurvei di Kalimantan Selatan adalah Kabupaten Banjar dan Kabupaten Tanah Bumbu. Di dua kabupaten itu juga terdapat keragaman SPR

tingkat desa dan keragaman itu disamping berhubungan dengan pekerjaan, bisa juga karena keragaman faktor lain seperti yang ditemukan di Vietnam: lamanya tinggal di hutan, perilaku tidur di hutan, perilaku vektor, dan sebagainya (Erhart, 2004).

Umur penderita yang ditunjukkan penelitian ini kebanyakan pada umur ≥ 15 tahun, baik di Kalimantan Tengah maupun di Kalimantan Selatan. Hal itu bisa dijelaskan karena interaksi antara pekerjaan dan perilaku. Berhubung faktor risiko yang sudah dibuktikan dalam penelitian ini adalah penambang atau penebang kayu, maka kelompok umur yang biasa melakukan kedua kegiatan itu adalah umur dewasa sehingga penderita malaria hutan yang terbanyak di kedua provinsi adalah umur > 15 tahun. Laki-laki lebih banyak penderitanya dibandingkan dengan perempuan juga berhubungan dengan kedua pekerjaan yang sudah disebutkan.

Perbandingan spesies parasit malaria hasil pemeriksaan secara mikroskopis yang diperoleh dalam penelitian ini didominasi oleh *P. falciparum* (termasuk infeksi campurannya dengan spesies lainnya), baik hasil MBS/MFS maupun hasil PCD. Hanya di 3 desa yang didominasi oleh *P. vivax*, yaitu di Desa Riam Adungan (Kabupaten Tanah Laut) dan Desa Mekarsari serta Desa Gunung Raya (keduanya di Kabupaten Tanah Bumbu). Dominasi *P. falciparum* menunjukkan bahwa kasus-kasus malaria sebagian besar merupakan infeksi baru hasil penularan setempat sehingga tetap harus diwaspadai agar tidak mengarah ke KLB. Dalam sejarahnya, semua KLB malaria yang terjadi selama ini disebabkan oleh *P. falciparum*, bukan oleh spesies lain. Dominasi *P. vivax* di tiga desa memperlihatkan bahwa kemungkinan pengobatan radikal malaria kurang berjalan dengan baik sehingga kambuh jangka panjang, yang merupakan ciri khas *P. vivax*, masih terjadi. Kambuh jangka panjang pada *P. vivax* yang disebabkan oleh stadium *dormant* yang berada di dalam hati bisa terjadi berulang-ulang bila tidak diobati secara tuntas dengan pemberian primaquin selama 14 hari. Meskipun hanya sedikit kasusnya, dalam penelitian ini juga ditemukan *P. malariae*. Kecilnya jumlah

kasus malaria oleh spesies tersebut dapat dijelaskan karena faktor penularannya yang lebih sulit dibandingkan dengan spesies lainnya. Masa inkubasi ekstrinsik *P. malariae* di tubuh vektor adalah yang terlama dibandingkan dengan spesies lainnya sehingga hanya nyamuk *Anopheles* yang berumur panjang yang bisa berperan sebagai vektornya. Di alam keadaan seperti itu merupakan faktor penghambat dalam penularan malaria. Adapun *P. ovale* selama penelitian ini tidak pernah ditemukan dan hal itu sesuai dengan penyebarannya. Penyebaran spesies ini hanya di kawasan Papua dan sekitarnya. Dominasi *P. falciparum* di kelompok penduduk di sekitar hutan sering dilaporkan, seperti di Vietnam (Thanh, 2015) dan di India (Singh, 2013, Qureshi, 2014) tetapi pada anak-anak di wilayah tertentu di negara itu didominasi oleh infeksi campuran *P. falciparum*-*P. vivax*. Dominasi *P. vivax* seperti yang ditemukan di beberapa desa di Kalimantan Selatan mirip dengan yang dilaporkan dari Venezuela di suatu pertambangan emas (Moreno, *et al*, 2007).

Malaria hutan merupakan masalah yang besar di beberapa negara. Di Vietnam disebutkan bahwa malaria hutan lebih sulit diturunkan penularannya dibandingkan dengan di wilayah lainnya, dan lebih sulit lagi bila penduduk bermalam di dalam hutan (Erhart, *et al*, 2004). Penularan malaria di lingkungan hutan sangat dipengaruhi oleh interaksi antara empat faktor: manusia, vektor, lingkungan dan parasit (Kar, 2014). Perubahan cuaca sama-sama berpengaruh pada malaria di wilayah hutan dan bukan hutan, namun dengan cara yang berbeda di kedua tipe wilayah (Nath dan Mwchahary, 2013). Luas hutan di Kalimantan semakin berkurang dan di beberapa negara telah dibuktikan bahwa penggundulan hutan menyebabkan peningkatan kasus malaria. Penambang dan penebang kayu sudah terbukti sebagai faktor risiko malaria hutan di kedua provinsi. Kelompok pekerja seperti itu perlu mendapat perhatian dari pemerintah setempat. Biasanya kelompok pekerja tersebut agak terisolasi dari pelayanan kesehatan karena mereka bukan penduduk setempat yang terjaring dalam sistem asuransi kesehatan yang ada sekarang ini. Salah satu cara yang dapat dilakukan pemerintah

setempat adalah menggiatkan surveilans kepada para pendatang.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa hutan merupakan lingkungan yang baik untuk penularan malaria di Kalimantan Tengah dan Kalimantan Selatan dan penularan tertinggi terjadi pada orang dewasa dan laki-laki. Di Kalimantan Tengah, menambang di hutan berisiko terserang malaria 5 kali dibandingkan dengan yang tidak menambang, sedangkan di Kalimantan Selatan, menebang kayu di hutan berisiko terserang malaria 7 kali dibandingkan dengan yang tidak menebang kayu.

Saran

Disarankan agar surveilans pencarian kasus pada kedua kelompok pekerjaan tersebut lebih digiatkan oleh pemerintah setempat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih diucapkan kepada segenap anggota penelitian yang sudah berkontribusi dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan yang sama juga ditujukan kepada seluruh tenaga laboratorium dan tim di daerah yang juga sudah berpartisipasi dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aninori, S., Galimberti, L., Milazzo, L. and Corbellino, M. (2012). *Biology of Human Malaria Plasmodia Including Plasmodium knowlesi*. *Mediterr J Hematol Infect Dis*, 4(1): 2012013 DOI 10, 4084/MJHID.2012.013.
- Agyemang, I. (2010). *Population dynamics and health hazards of small-scale mining activity in the Bolgatanga and Talensi-Nabdam districts of the upper east region of Ghana* *Indian J. Sci. Tech.* 3(10): 1113-1120.
- Bharati, K. & Ganguly, N.K. (2013). *Tackling the malaria problem in the South-East Asia Region: Need for a change in policy?* *Indian J Med Res*, 137: 36-47.
- Butler RA. Borneo(2015) Profil Lingkungan. <http://world.mongabay.com/indonesian/borneo.html>, Accessed 23 Februari 2015.
- Chauhan, S.S. (2010). *Mining, Development and Environment: A Case Study of Bijolia Mining Area in Rajasthan, India*. *J Hum Ecol*, 31(1): 65-72.
- Erhart, A., Thang, N.D., Hung, N.Q., Toi, L.V., Hung, L.X., Tuy, T.Q., Cong, L.D., Speybroeck, N., Coosemans, M., and Alessandro, U. (2004). *Forest Malaria in Vietnam: A Challenge for Control*. *Am. J. Trop. Med. Hyg.*, 70(2): 110-118.
- Figtree, M., Lee, R., Bain, L., Kennedy, T., Mackertich, S., Cheng, Q., Merrill Urban, M., Qin Cheng, Q., and Bernard J. Hudson, B.J. (2010). *Plasmodium knowlesi in Human, Indonesian Borneo*. *Emerg Infect Dis*, 6(4): 672-674.
- Gilles, HM and Warrel, DA. (1993). *Epidemiology of Malaria*. In Gilles and Warrel DA, Bruce-Chwatt's Essential Malariology, Third Ed. London: Arnold, p.124-163.
- Guerra, C.A., Snow, R.W., and Hay, S.I. (2006). *A global assessment of closed forests, deforestation and malaria risk*. *Ann Trop Med Parasitol*, 100(3): 189-204. doi:10.1179/136485906X91512.
- Kar, N.P, Kumar, A., Singh, O.P., Carlton, J.M. and Nanda, N. (2014). *A review of malaria transmission dynamics in forest ecosystems*. *Parasites Vect*, 7:265-277.
- Moreno, J.E., Rubio-Palis, Y., Paez, E., Perez, E. and Sanchez, V. (2007). *Abundance, biting behaviour and parous rate of anopheline mosquito species and relation to malaria incidence in gold-mining areas of southern Venezuela*, *Medical and Veterinary Entomology*, 21(4): 339-349.
- Nath, D.C. & Mwchahary, D.D. (2013). *Association between Climatic Variables and Malaria Incidence: A Study in Kokrajhar District of Assam, India*. *Global J. Hlth Sci*. 5(1): 90-106.
- Qureshi, I., Qureshi, M.A., Rohit K. Gudepu, R.K., Arlappa, N. (2014). *Prevalence of malaria infection among under five year tribal children residing in malaria endemic forest villages*. *F1000Res*, 3:286-289.
- Olson, S.H. Gangnon, R., Silveira, G.A. and Patz, J.A. (2010). *Deforestation and Malaria in Mancio Lima County, Brazil*. *Emerg. Infect. Dis.*, 16(7): 1108-1115.
- Singh, N., Chand, S.K., Bharti, P.K., Singh, M.P., Chand, G., Mishra, A.K., Shukla, M.M., M.M., Sharma, R.K., (2013). *Dynamics of Forest Malaria Transmission in Balaghat District, Madhya Pradesh, India* *PLOS ONE*, 8(9): e73730: 1-10.
- Sulistyaningsih, E, Fitri, L.E., Löscher, T., Berens-Riha, N. (2010). *Diagnostic difficulties with Plasmodium knowlesi infection in humans*. *Emerg Infect Dis*, 16(6): 1033-1034.
- Thanh, P.V., Hong, N.V., Van, N.V., Van Malderen, C., Obsomer, V., Rosanas-Urgell, A., Grietens, K.P., Xa, N.X., Bancone, G., Chowwiwat, N., Duong, T.T., D'Alessandro, U., Speybroeck, N., and Erhart, A. (2015).

Epidemiology of forest malaria in Central Vietnam: the hidden parasite reservoir. Mal.J.14:86-96. DOI 10.1186/s12936-015-0601-y

Tuti S., Kusriastuti, R., Triastuti, R., Dewi, R.M., Handayani, S., Ekowatiningsih, A., Prasetyorini, B., Utami, B.S., Ompusunggu, S., Sampurno, O.D., Siswanto, and Balbir Singh, B. (2013). *Plasmodium knowlesi* cases in South Kalimantan, Indonesia. (in press).